

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成8年(1996)7月23日

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 10 頁)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 町田 好男

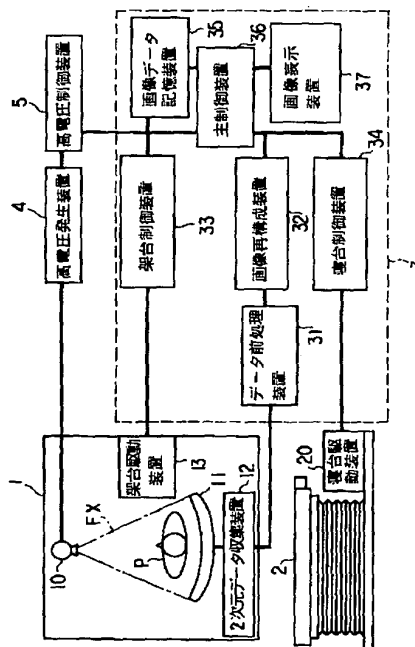
栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会社
東芝那須工場内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(57) 【要約】

【目的】本発明の目的は、２次元アレイ検出器を用いたヘリカルスキャン方式のＣＴで、簡易な処理でアーチファクトの少ない再構成画像を作成可能なＣＴを提供することである。

【構成】本発明は、２次元アレイ検出器１１を用いてヘリカルスキャンにより投影データを収集するコンピュータ断層撮影装置において、実際に得られた２次元状の投影データから任意に定めた仮想平面の位置に近似するＸ線パスの近似投影データを抽出し、この近似投影データを用いて再構成像を再構成することを特徴とする。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2 次元アレイ検出器を用いてヘリカルスキャンにより投影データを収集するコンピュータ断層撮影装置において、実際に得られた 2 次元状の投影データから任意に定めた仮想平面の位置に近似する X 線パスの近似投影データを抽出し、この近似投影データを用いて再構成像を再構成することを特徴とするコンピュータ断層撮影装置。

【請求項 2】 前記近似投影データを同時に収集されたスライス方向に隣接する少なくとも 2 つの実際に得られた投影データの補間により求めることを特徴とする請求項 1 記載のコンピュータ断層撮影装置。

【請求項 3】 前記仮想平面は前記ヘリカルスキャンの中心軸に対して傾斜する斜断面として設定されることを特徴とする請求項 1 記載のコンピュータ断層撮影装置。

【請求項 4】 前記仮想平面を空間的に連続するように複数設定し、各仮想平面について再構成像を再構成することによりボリュームデータを得ることを特徴とする請求項 1 記載のコンピュータ断層撮影装置。

【請求項 5】 前記ヘリカルスキャンは X 線源が被検体に対して相対的に螺旋軌道上を移動することにより実行され、前記仮想平面を前記 X 線源が略 180 度回転する間の複数の X 線パスにより描かれる湾曲面に近似する平面として設定されることを特徴とする請求項 1 記載のコンピュータ断層撮影装置。

【請求項 6】 前記仮想平面を、半螺旋の各回転角における前記 X 線源の Z 座標と、前記 X 線源の螺旋軌道により規定される円筒と前記仮想平面とが交差する楕円の Z 座標との差の絶対値の最大値が、最小になるように設定することを特徴とする請求項 5 記載のコンピュータ断層撮影装置。

【請求項 7】 前記仮想平面を、半螺旋の各回転角における前記 X 線源の Z 座標と、前記 X 線源の螺旋軌道により規定される円筒と前記仮想平面とが交差する楕円の Z 座標との差の二乗平均誤差が、最小になるように設定することを特徴とする請求項 5 記載のコンピュータ断層撮影装置。

【請求項 8】 前記近似投影データは、前記 X 線源と FOV 中心との距離を直径とする円筒と、前記仮想平面の交差する楕円上を通過する X 線パス上のデータであることを特徴とする請求項 5 記載のコンピュータ断層撮影装置。

【請求項 9】 前記近似投影データは、前記 X 線源を中心に FOV 中心を通る円筒と前記仮想平面の交わる楕円を通過する X 線パス上のデータであることを特徴とする請求項 5 記載のコンピュータ断層撮影装置。

【請求項 10】 前記 2 次元アレイ検出器のスライス方向の幅から換算した FOV 中心でスライス方向の再構成厚みを c としたとき、前記 X 線源の 1 回転での被検体の相対的移動距離を略 $1.5c$ に設定することを特徴とする

2

る請求項 5 記載のコンピュータ断層撮影装置。

【請求項 11】 前記再構成は部分角再構成法を利用したものであることを特徴とする請求項 1 記載のコンピュータ断層撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ヘリカルスキャン方式のコンピュータ断層撮影装置（以下「CT」と略す）に関する。

【0002】

【従来の技術】 現在、被検体を透過した X 線を検出する検出器を 1 次元に配列した 1 次元検出器を持つ CT が一般的に普及している。そして、近年では、X 線源（ソース）と検出器を連続回転させながら寝台を移動させることで、寝台と共に移動する移動座標系において X 線源が螺旋軌道を描いて移動するいわゆるヘリカルスキャン方式が急速に普及し始めている。さらに、1 次元検出器の多列化や照射 X 線のコーンビーム化により、データの 3 次元化の実現性が模索されている。

【0003】 1 次元検出器によるヘリカルスキャン方式では、X 線源が螺旋軌道を移動するため、再構成断面上の投影データの大部分を線形補間処理等により近似的に補間作成することが必要である。この作成したデータを、以下、近似投影データと称する。再構成は実質的に 1 回転分のデータが必要になるので、例えば 10 cm 分の厚みを持つ領域を 2 mm スライスデータとして欲しければ、50 回転のスキャンが必要であった。

【0004】 1 次元検出器を 2 列設けたいわゆるデュアルスライス・ヘリカル方式は、データ収集速度が原理的に上記方式の 2 倍になる。これを発展させて 1 次元検出器を多列化することが考えられるが、列間での X 線パスが平行とは見做せなくなる。仮にこれを平行とみなして、単純に列毎に画像をマルチスライスとして再構成したのではアーチファクトの多い実用に耐えない画像となってしまう。これらの問題を克服する技術は現在提案されておらず、従ってこの方式では精々 2 倍の高速化が限度であると結論されている。

【0005】 コーンビームスキャン方式では、被検体がコーンビーム内に完全に含まれる場合には理論的に完全な再構成が可能であるが、被検体がコーンビーム内に完全に含まれない場合には、適当な再構成の解法が提案されていない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 以上のように、2 次元アレイ検出器を用いたヘリカルスキャン方式の CT で、簡易にしてアーチファクトの少ない再構成方法が存在していない。本発明の目的は、2 次元アレイ検出器を用いたヘリカルスキャン方式の CT で、簡易な処理でアーチファクトの少ない再構成画像を作成可能な CT を提供することである。

3

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、2次元アレイド検出器を用いてヘリカルスキャンにより投影データを収集するコンピュータ断層撮影装置において、実際に得られた2次元状の投影データから任意に定めた仮想平面の位置に近似するX線パスの近似投影データを抽出し、この近似投影データを用いて再構成像を再構成することを特徴とする。

【0008】

【作用】本発明によれば、実際に得られた2次元状の投影データから任意に定めた仮想平面の位置に近似するX線パスの近似投影データを抽出し、この近似投影データを用いて再構成像を再構成するので、2次元アレイド検出器を用いたヘリカルスキャン方式のCTで、簡易な処理でアーチファクトの少ない再構成画像を作成することができる。

【0009】

【実施例】以下、本発明によるコンピュータ断層撮影装置（以下、「CT」と略す）の一実施例を説明する。図1は本実施例に係るCTの構成図であり、図2は図1のデータ前処理装置のブロック図である。CTは、大きく
20 架台1、寝台2、コンソール3から構成される。架台1の中心部には、円筒形の開口部が開けられ、スキャン時には被検体Pが寝台2に載置された状態で挿入される。なお、被検体Pの体軸方向に平行な水平軸をZ軸、鉛直軸をY軸、Z軸に直交する水平軸をX軸と定義する。寝台2は寝台駆動装置20に駆動されて被検体Pを載置したまま移動可能に構成される。X線源10は、高電圧発生装置4から高電圧を受けて、扇状のX線ビームFXをばく射する。この扇状のX線ビームFXの広がり角度
30 をファン角度といい、中心軸を挟んで左右に $\pm A^\circ$ 、合計 $2A^\circ$ とする。典型的な例としては、ファン角度は 50° に設定されている。2次元アレイド検出器12は、被検体Pを透過したX線を電気信号として検出する検出器を2次元状に配列してなる。X線源10と2次元アレイド検出器12とは、図示しない回転機構及びスリップリング機構によって、対向した状態のままで被検体Pの周囲を連続回転可能に支持されている。この回転は架台駆動装置13によって駆動される。2次元アレイド検出器12の出力は2次元データ収集装置12で時間的に積分さ
40 れ、デジタル化されて投影データとして収集される。高電圧発生装置4は高電圧制御装置5に、架台駆動装置13は架台制御装置33に、寝台駆動装置20は寝台制御装置34にそれぞれ制御される。

【0010】2次元データ収集装置12からの投影データは、データ前処理装置31に送られ、まずデータ前処理部311でLog変換（対数変換）等の一般的な前処理を施された後、前処理後2次元投影データ記憶部312に記憶される。斜断面近似投影データ作成部313は、前処理後の投影データを使って斜断面に関する画像を再

4

構成するのに必要な近似投影データを作成する。画像再構成装置32は、斜断面近似投影データ作成部313で作成された近似投影データから画像（斜断面像）を再構成する。この再構成処理には、 180° 分の投影データから画像を再構成することが可能ないわゆるハーフ再構成処理法が採用される。この断層像データは主制御部36を介して画像表示装置37に送られ表示され、また画像データ記憶装置35に送られ記憶される。主制御部36は、高電圧制御装置5、架台制御装置33、寝台制御装置34を制御してヘリカルスキャンを実行する。

【0011】次に本実施例の作用について説明する。なお、説明の便宜上、被検体Pと共に移動する移動座標系を規定する。この移動座標系において、ヘリカルスキャンではX線源10は図3(a)に示すように螺旋軌道を移動することになる。実際の動きでは、X線源10及び2次元アレイド検出器11が連続回転しながら、寝台2により被検体Pが一方向に移動する。ここで、以下の説明で扱う特殊用語について定義する。

・実在投影データ；実際に2次元アレイド検出器11の各検出器で収集された実在の投影データ

・仮想投影データ；再構成面（ここでは斜断面として定義される）の画像を再構成するために必要とされる理想的、つまり当該再構成面に含まれるX線パス（仮想パスという）上の投影データ。ヘリカルスキャンでは、このような仮想投影データは、一部の例外を除いて、実在しない。

・近似投影データ；仮想パスに最も近似するX線ビームFX内のX線パス（近似パスという）上の投影データ。なお、この近似投影データは実在投影データとして実在する場合もあるし、実在しない場合もあり得る。実在しない場合、近似パスに近い実在投影データから補間（距離補間）により作成する。近似投影データは、X線源10の回転角度各々について、X線源10からのX線の放射方向（ファン内角度として定義する）毎に、1つずつ作成される。

【0012】なお、ヘリカルスキャンでは、再構成に必要な複数のX線パスにより1枚の平面を定義できない。本実施例の特徴の1つは、X線源10の半回転分のX線パス群に対して、Z軸に対して傾斜する斜断面（再構成面）を設定し、この半回転分の投影データを使って画像を再構成することにある（図3(b)参照）。これにより、半回転分のX線パス群により描かれる湾曲面と再構成面とのずれは少なく、アーチファクトの少ない画像を再構成することができる。さらに本実施例の特徴は、半回転分のX線パス群に対して、アーチファクトが最小に、つまり上記ずれ量を最小にする斜断面を設定し、且つ近似パスを設定することである。近似パスは、X線源10の回転角度、ファン内角度、Z位置により特定される。

【0013】3次元のボリュームデータは、斜断面をX

5

線源 10 の螺旋軌道に沿って少しずつずらしながら、再構成処理を繰り返すことにより得られる。この斜断面の移動ピッチに応じて空間分解能が変化する。例えば、図 4 に 90° ずつずらした斜断面の変化を示す。この方法によれば、例えば 1 回転で、これまで実用化されているシングルスライスあるいはデュアルスライスのヘリカル CT の数倍分（移動ピッチに応じて変化する）の画像を再構成することができる。

【0014】以下に詳細に説明する。

・再構成すべき仮想平面（斜断面）の設定について
X 線源 10 が 180° 回転する間に移動する X 線パス群により、斜断面が近似的に規定されることを上述したが、最も近似する上記ずれ量の最小となる仮想平面を特定する必要がある。図 6 に X 線源 10（ソース）の螺旋軌道を横軸を X 線源 10 の回転角、縦軸を Z 座標として表現している。X 線源 10 の螺旋軌道はこのグラフ上では原点を通る 1 次の直線 f source で示される。一方、仮想平面は、このグラフ上ではサインカーブ f plane として示される。ここでは、 0° を中心に $180^\circ + \text{ファン角度 } 2A$ 、つまり $\pm (90^\circ + A)$ 分がハーフ再構成に必要なビューとして与えられる。f source と f plane の差の積分が小さい程、仮想平面と、X 線源 10 の螺旋軌道の半回転分の X 線パス群で描かれる湾曲面とのずれ量が小さいことは容易に理解されるであろう。

【0015】例えば、ファン角度 $2A = 50^\circ$ とすると、 $90^\circ + A = 115^\circ$ となるが、このとき仮想平面の傾斜角（グラフ上はサインカーブ f plane の 0 度での傾きに相当）と、ヘリカルスキャン時の X 線源 10 の回転に対する寝台 2 の相対移動速度に応じた f source の傾きの比が 1.095 であるとき、両関数の差分 $d1$ 、 $d2$ がほぼ一致する。すなわち両関数の差の絶対値の最大値 $(|d1 - d2|)$ が、最小になるように、仮想平面を設定することにより、最もアーチファクトの少ない最適な仮想平面を特定することが可能である。このように両関数の差の絶対値の最大値に基づく方法の他に、両関数の差分の 2 乗平均が最小となるように仮想平面を設定する方法を採用してもよい。勿論、このような 2 つの方法に限定されるものではない。

【0016】・近似パスの設定について

図 6 を参照して理解されるように、仮想平面内に含まれる仮想パスは希少であり、したがって仮想投影データは実在投影データとしてはほとんど存在しない。したがって、一定の厚みを持った扇状の X 線ビーム内における、仮想パスとに最も近い近似パスを設定する。ここで、ファン内角度 0° について考えると、図 7 のように FOV (Field of View) の中心 (X 線源 10 の回転中心と同じ) を通る仮想平面上のパスが仮想パスである。一方、近似パスは、X 線源 10 から FOV 中心を通るパスとして与えられる。この近似パスを通る実在投影データがファン内角度 0° に関する近似投影データと

6

される。この近似パスを通る実在投影データ存在しなければ、当該近似パスと検出器面との交点に最も近いチャンネル A、B の 2 つの実在投影データから補間により近似投影データを作成する。図 5 に、回転角度の変化に対する近似パスの検出面の交点群の変化を太線で概念的に示す。近似パスの設定方法について、2 種類の具体例を提供する。

【0017】(1) 第 1 の近似パスの設定方法（図 8 (a) 参照）

この方法では、X 線源 10 の或る回転角について見ると、近似パスの検出面上への交点がファン内角度の変化に伴って「直線」で描かれることになる。上述したようにファン内角度 0° の近似パスは FOV 中心で仮想平面と交差するように設定される。他のファン内角度の近似パスと仮想平面との交点が、X 線源 10 を中心として X 線源 10 から FOV 中心までを半径とした仮想平面の僅かに扁平な楕円を描くように、近似パス群が設定される。この方法の利点は、実際の計算の煩雑度が小さいことが挙げられる。図 9 に、この方法による 1 枚の断層像を再構成するのに必要な全ての近似パスを示している。なお、図 9 では、X 線源 10 の回転角度 θ は絶対角度ではなく、X 線源 10 が再構成に用いる半回転の中心を 0° として表し、また Z 位置 ρ は X 線源 10 が半回転する間に寝台 2 が移動する移動範囲の中心位置を原点として、原点からの距離 (mm) で表して、X 線源 10 の回転角度及び検出器の Z 位置の移動の変化に対して汎用化して示している。図 9 では X 線源 10 が半回転する間に寝台 2 が 40mm 移動するように示している。図 9 の見方は、例えば X 線源 10 の回転角度 θ が 0° で、ファン内角度 α が 0° のときの近似パスは、Z 位置 ρ が 0 の投影データであり、これは通常、実在するであろう。勿論、この Z 位置 ρ の実在パスが実在しなければ、近似投影データは当該近似パスに最も近い 2 つのパス上の実在投影データから補間により作成される。

【0018】(2) 第 2 の近似パスの設定方法（図 8 (b) 参照）。

この方法は、近似パスの中心で仮想平面と交わるように近似パスを設定する。このような近似パスと仮想平面との交点は、X 線源 10 と FOV 中心との距離を直径とする XY 面上の円周を Z 軸方向に延長した円筒と、仮想平面である斜断面とが交差する僅かな楕円を描く。勿論、この近似パスの実在投影データが存在しなければ、上述したように補間により作成する。

【0019】以上、近似パスの設定、換言すると近似投影データの作成例を 2 つ挙げたが、他にも変形例が考えられ、ここであげた 2 つの例に制約されるものではない。なお、補間に関して、回転角度とファン内角度の組み合わせ毎に、補間係数をあらかじめ求めておくことは、近似投影データの作成に当たって、補間係数の計算工程が不要とされ、計算量の軽減という観点から有効と

7

いえる。さらに、仮想平面の設定、近似パスの取り方についても、運用上は上記補間係数にすべて織り込むことができる。

【0020】次に具体例を挙げて説明する。ここでは、X線源10の回転半径を600mm、X線源10から2次元アレイ検出器11までの距離を1.1m、ファン角度を50度と仮定する。このときFOV（再構成領域）は $600 \times \sin(50^\circ/2)$ で、約250mmになる。また、2次元アレイ検出器11は、Z方向（スライス方向）に9チャンネル、換言すると1次元アレイ検出器がZ方向に9列設けられたものであると仮定する。また、1次元アレイ検出器は、FOV中心においては1.4mm間隔に相当する列ピッチ（このとき列ピッチは2.57mmとなる）で配列されていると仮定する。また、X線源10が1回転する間に寝台2の移動量は15mmであると仮定する。このときのFOV内での近似パスと仮想平面のZ方向のずれは、計算によりプラス方向もマイナス方向も0.41mm程度と見積もれる。記憶部312からの近似投影データの取り出しは、図9にしたがって行われる。補間処理は、線形距離補間でもよいし、 $r \sin \theta \cos \theta$ 関数を用いた補間のいずれでもよい。2次元アレイ検出器11上でのデータの必要範囲はプラスマイナス10.18mmと見積もれ、検出器11の存在範囲 $2.57\text{mm} \times 4 = 10.28\text{mm}$ の中に入る。近似投影データ作成時に補間処理が入るため、FOV中心でのチャンネルの幅1.4mmに対して実行スライス厚はもっと厚く2mm程度になるであろう。このとき先のZ方向のエラー0.41mmは適当に小さいエラーであり、画質的に大きなアーチファクトを発生させるに至らないと理解される。

【0021】次に画像再構成について説明する。近似投影データから2次元のハーフ画像再構成を行えば画像が得られる。実際の処理としては、上述のようにして得られた近似投影データに対して従来通りの2次元ハーフ再構成を施すのみでよい。このとき、180度+ファン角度分のデータを使うと、対向ビームが若干得られるが、この両者を加算平均してもよいし、一方を選択してもよい。もちろん、もう少し広い角度範囲でデータを取得し、対向ビームを「滑らかに重み付けて繋ぐ」ようにしてもよい。

【0022】ところで、再構成の座標系はZ方向に垂直なX、Y軸について再構成を行えばよく、これにより再構成面はわずかに傾きを持つが、これをZ方向から眺めた画像として得られる。仮想平面内の2次元座標を取り直すなどする必要はない。もともとのデータはX、Y座標で収集されているということもあるし、また上述したように連続する再構成面が非平行であるので、かえってX、Y座標のままの方が3次元データとしての扱いが容易であると考えられる。

【0023】ボリュームデータの収集について

8

以上の説明では、単一スライスの取得を中心に述べてきた。ボリュームデータを得るには、1枚の画像を再構成するのに必要な半回転範囲を、少しずつしてやればよい（図3（a）参照）。例えばX線源10の1回転の間に8枚の画像が欲しい場合には、 $360^\circ/8 = 45^\circ$ のピッチで半回転範囲をずらして仮想平面を設定すればよい。

【0024】さて、X線源10の螺旋軌道に沿ってたとえば45度ピッチで順次画像を作成したとしても、得られる画像は非平行である。このため空間分解能がXY方向に変化するが、これは元々のX線源10の螺旋軌道の空間的な非対称性を反映したものと考えられその意味でごく自然なものであるといえる。

【0025】得られた一連の画像は非平行なので、互いに平行な断面や、曲断面変換像を含む断面変換像など、任意の2次元像を切り出す必要がある。各面は後述するP（ ζ ）の式によってその位置が与えられているのでこれに従って、算出すればよい。また、表面表示や投影像作成などの3次元画像処理を行う場合、互いに平行な断面を一旦作成してから、これを用いて処理を行うのが実際の運用上は最も便利であるが、精度を上げたい場合には得られた一連の非平行画像から直接処理を行うのがよい。

【0026】ヘリカルCT、及び2スライスのマルチスライスを行うデュアルスライスヘリカルCTに関して従来法と比較する。まず撮像のスピード・収集時間の効率について。先に示した例では、ヘリカルCTでは、例えば10cm分の厚みを持つ領域を2mmスライスデータとして欲しければ、1回転あたり寝台を2mm移動させ、50回転の撮影が必要であった。デュアルスライスのもものでは、1回転あたり4mm移動させ25回転が必要である。本法を用いれば、上記の具体的計算例では、1回転あたり寝台を15mm移動させるので、7回転程度で済む事になる。次に再構成時のFOV内の投影ビームの存在位置のエラーについて考えよう。本法は近似手法であり、エラーは存在するが、上記具体的な計算例で示した例のように、適切な条件下では、十分な精度を持たせることができる。従来のヘリカルCTにおいても、隣接データとの補間処理は行っており、本法を用いても、従来法と同程度のエラーにて実行できるといえる。

【0027】図10はデータ収集から再構成までの一連の処理の流れを示すフローチャートであり、図11に或る斜断面を示す。1回転あたりの寝台移動量をh[m]、仮想平面の傾きを κ とすると、 ζ radian回転した位置、すなわち $(\zeta h/2\pi)$ [mm]の位置を中心とした斜断面P（ ζ ）は

$$P(\zeta) = \{ (x, y, z) \mid z = (\zeta h/2\pi) + [(x, y) \cdot (-\sin \zeta, \cos \zeta)] \times \tan \kappa \}$$

で与えられる。ただし、「 \cdot 」は内積を表す。

【0028】ここで、X線源10の回転角度 β 、ファン

内角度 α 、Z 方向の位置 ρ とすると、この近似投影データを $R(\beta, \alpha, \rho)$ と表すものとする。実際には、投影データは離散的に得られるので、 $R(1(\Delta\beta), m(\Delta\alpha), n(\Delta\rho))$ として表現される。なお、 $m = -M/2 \sim +M/2$ 、 $n = -N/2 \sim +L/2$ である。

【0029】ヘリカルスキャンにより X 線源 10 は数回回転するので、 β は広範囲となる。この範囲 I を、 $I = L1 \sim L2$ とする。また、ハーフ再構成に必要な範囲である実角度で $-(\pi/2 + A) \sim (\pi/2 + A)$ に対応した範囲を $-L/2 \sim +L/2$ と記述する。

【0030】さて、X 線源 10 が ζ だけ回転した位置における斜断面の再構成について考えよう。この斜断面の再構成画像 $H(\zeta)$ を再構成するために必要な全近似投影データの近似パスの検出器上の Z 位置 ρ は、 β と α の関数として $\rho(\beta, \alpha)$ として与えられる。

【0031】 $H(\zeta)$ は、次のように得られる。

(STEP 1) 斜断面の近似投影データ $R(\zeta, \beta, \alpha)$ は、
 $R(\zeta, \beta, \alpha) = R(\zeta + \beta, \alpha, \rho(\beta, \alpha))$
 で作成される。このとき、
 $\zeta + \beta = (I(\zeta)) \cdot (\Delta\zeta)$
 $\alpha = (m(\zeta)) \cdot (\Delta\alpha)$
 $(n-1) \cdot (\Delta\rho) \leq \rho(\beta, \alpha) < n \cdot (\Delta\rho)$ とすると、実際には、
 $R(I(\zeta) \cdot (\Delta\zeta), m(\zeta) \cdot (\Delta\alpha), \alpha, (n-1) \cdot (\Delta\rho))$
 $R(I(\zeta) \cdot (\Delta\zeta), m(\zeta) \cdot (\Delta\alpha), \alpha, n \cdot (\Delta\rho))$

の 2 つの実在投影データから補間処理により近似投影データが作成される。

(STEP 2) 近似投影データ $R(\zeta, \beta, \alpha)$ を用いて所定のハーフ再構成アルゴリズムにより、 ζ だけ回転した方向に画像 $H(\zeta)$ を再構成する。

【0032】なお、近似投影データ R はヘリカルスキャンの実行中に順次必要な画像の再構成が終了次第、順次、消去してよいし、記憶部 312 の記憶容量が十分大きければ、ヘリカルスキャン終了後、再構成処理を実行するようにしてもよい。

【0033】本発明は上述した実施例に限定されず種々変形して実施可能である。以下に変形例を順次説明する。

(1) シフト機構の併用

本発明とシフト機構を併用することによって、分解能を向上させる事ができる。例えば X 線源 10 の回転半径を上述の例の 600mm を 2/3 の 400mm になるように「シフト」させたとして。本法においては、これに連動して X 線源 10 1 回転あたりの寝台の移動量も 15mm から 2/3 の 10mm に、スライス厚みも 2/3 とさせる。必ずしも連動させる必要はないが、スライス方向含めて全体的に分解能を向上させるのが最も効率がよ

い。

【0034】(2) 部分角再構成法の利用

本発明の基本的アイデアは、X 線源 10 の螺旋軌道の 180° 回転分程度は 1 つの平面に近似的に含まれることに着目し、このヘリカル斜断面に近いプロジェクションデータを抜き出し集めて、通常の 2 次元のハーフ再構成を行おうと言うものであった。螺旋軌道を一部分に局限すれば、その分近似はよくなる。本法の変形例として、部分角再構成法を併用する。この方式を用いれば X 線源 10 の螺旋軌道と仮想平面の位置的な近似はきわめてよくなるので、仮想平面が更に傾斜角度を持っていたとしても画像を得ることができる。従って「スライス方向のファン角度」も大きくすることが可能であり、撮影の効率は更に向上する。

【0035】(3) 逆回転(寝台逆方向移動)への対応
 実際の装置では、寝台の移動方向は、CT 架台に挿入する方向、引き出す方向の双方向で使用する可能性がある。また X 線源 10 の回転方向自体も逆回転含めて 2 通りが考えられる。この場合、被検体に対する X 線源 10 の相対的な螺旋運動は鏡像対称であるので、上記のデータ処理(近似投影データの作成、逆投影演算の座標など)すべて鏡像対称とする。

【0036】

【発明の効果】本発明は、2 次元アレイ検出器を用いてヘリカルスキャンにより投影データを収集するコンピュータ断層撮影装置において、実際に得られた 2 次元状の投影データから任意に定めた仮想平面の位置に近似する X 線パスの近似投影データを抽出し、この近似投影データを用いて再構成像を再構成することを特徴とする。本発明によれば、実際に得られた 2 次元状の投影データから任意に定めた仮想平面の位置に近似する X 線パスの近似投影データを抽出し、この近似投影データを用いて再構成像を再構成するので、2 次元アレイ検出器を用いたヘリカルスキャン方式の CT で、簡易な処理でアーチファクトの少ない再構成画像を作成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本実施例に係る CT の構成図。

【図 2】図 1 のデータ前処理装置のブロック図。

【図 3】ヘリカルスキャンにおける X 線源の螺旋軌道を示す図。

【図 4】90° ずつずらした斜断面の変化を示す図。

【図 5】回転角度の変化に対する近似パスの検出面の交点群の変化を示す概念図。

【図 6】X 線源の螺旋軌道と仮想平面の装置を示す図。

【図 7】ファン内角度 0° の仮想パスと近似パスを示す図。

【図 8】近似パスの設定方法の説明図。

【図 9】1 枚の断層像を再構成するのに必要な全ての近似パスの Z 位置を示す図。

【図 10】データ収集から再構成までの一連の処理の流

11

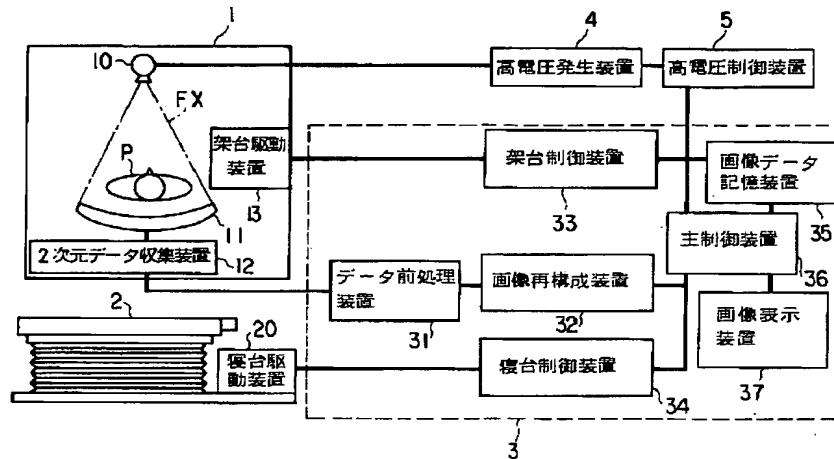
れを示すフローチャート。

【図11】図10に対応する斜断面を示す図。

【符号の説明】

1…架台、
2…寝台、3…コンソ
ール、
4…高電圧発生装置、5…高電圧
制御装置、
10…X線源、11…2次元アレ*

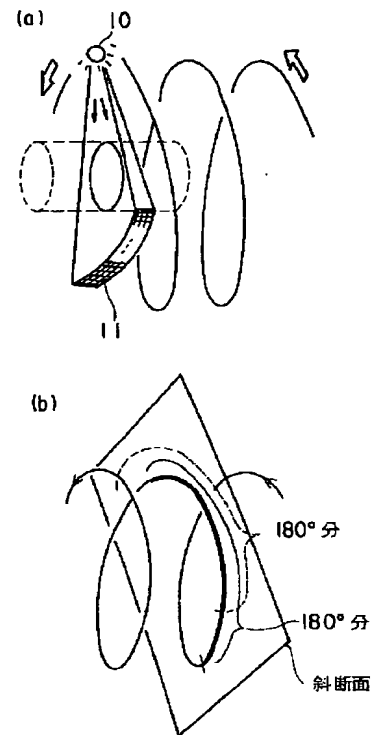
【図1】



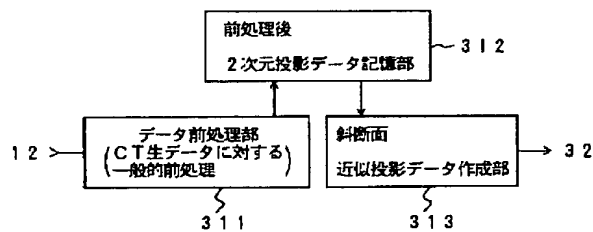
12

3…架台駆動装置、20…寝台駆動装
31…データ前処理装置、32…画像再
33…架台制御装置、34…寝台制
35…画像データ記憶装置、36…
37…画像表示装置。

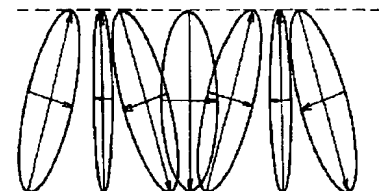
【図3】



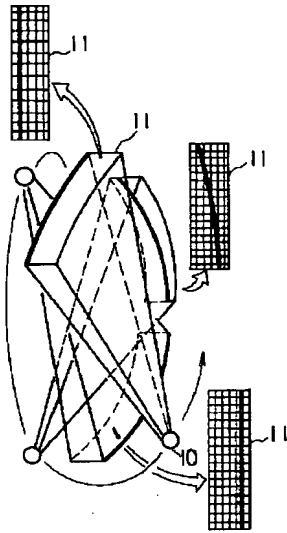
【図2】



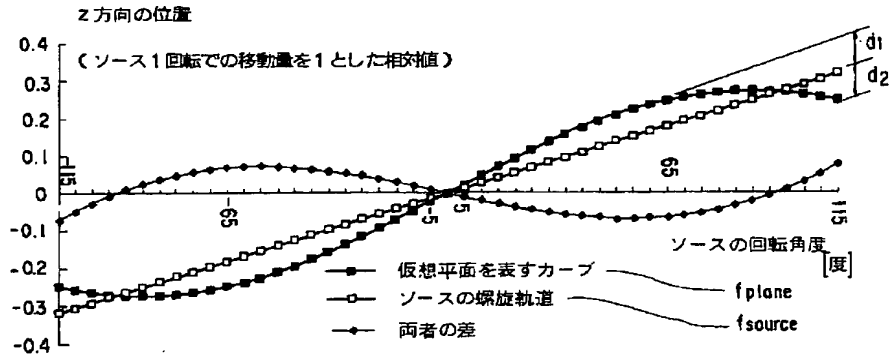
【図4】



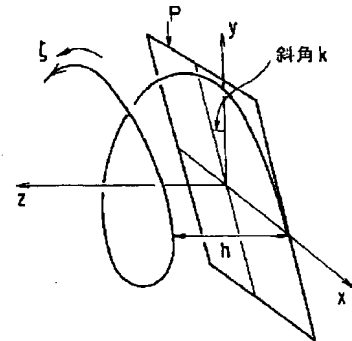
【図 5】



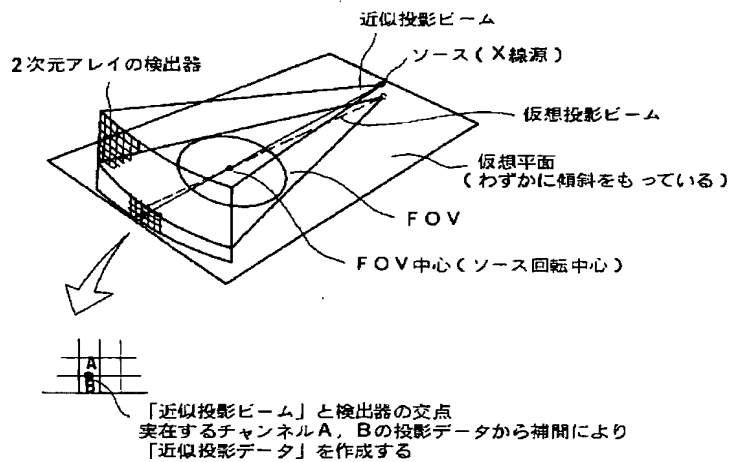
【図 6】



【図 11】



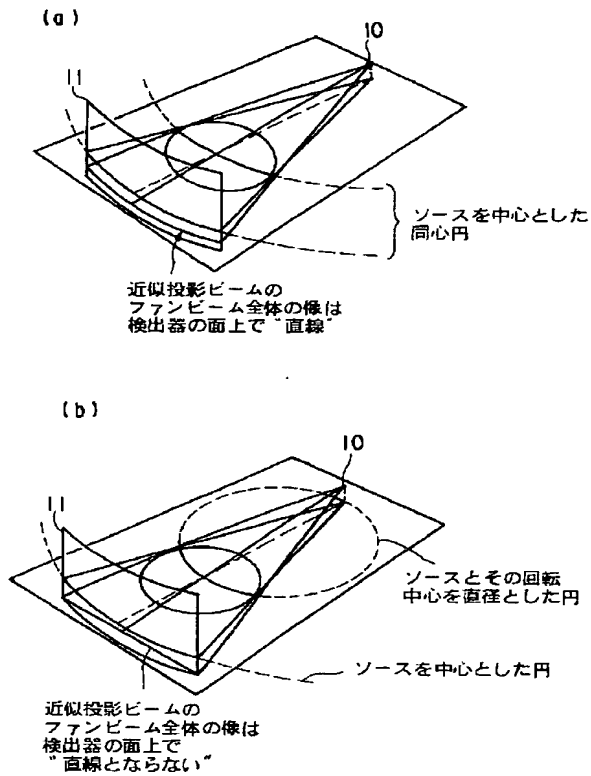
【図 7】



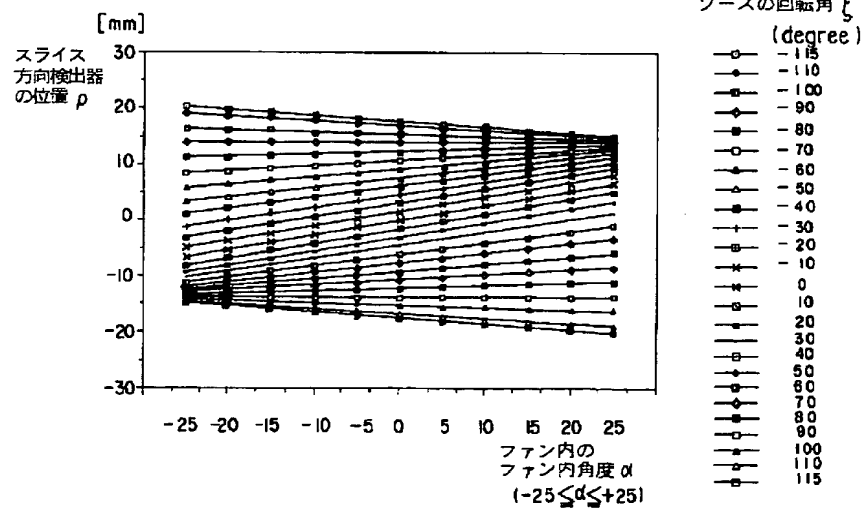
ζ 回転時の仮想平面 (再構成面) $P(\zeta)$

$$P(\zeta) = \{(x, y, z) \mid z = \zeta h / 2\pi + ((x, y) \cdot (-\sin \zeta, \cos \zeta)) \times \tan k\}$$

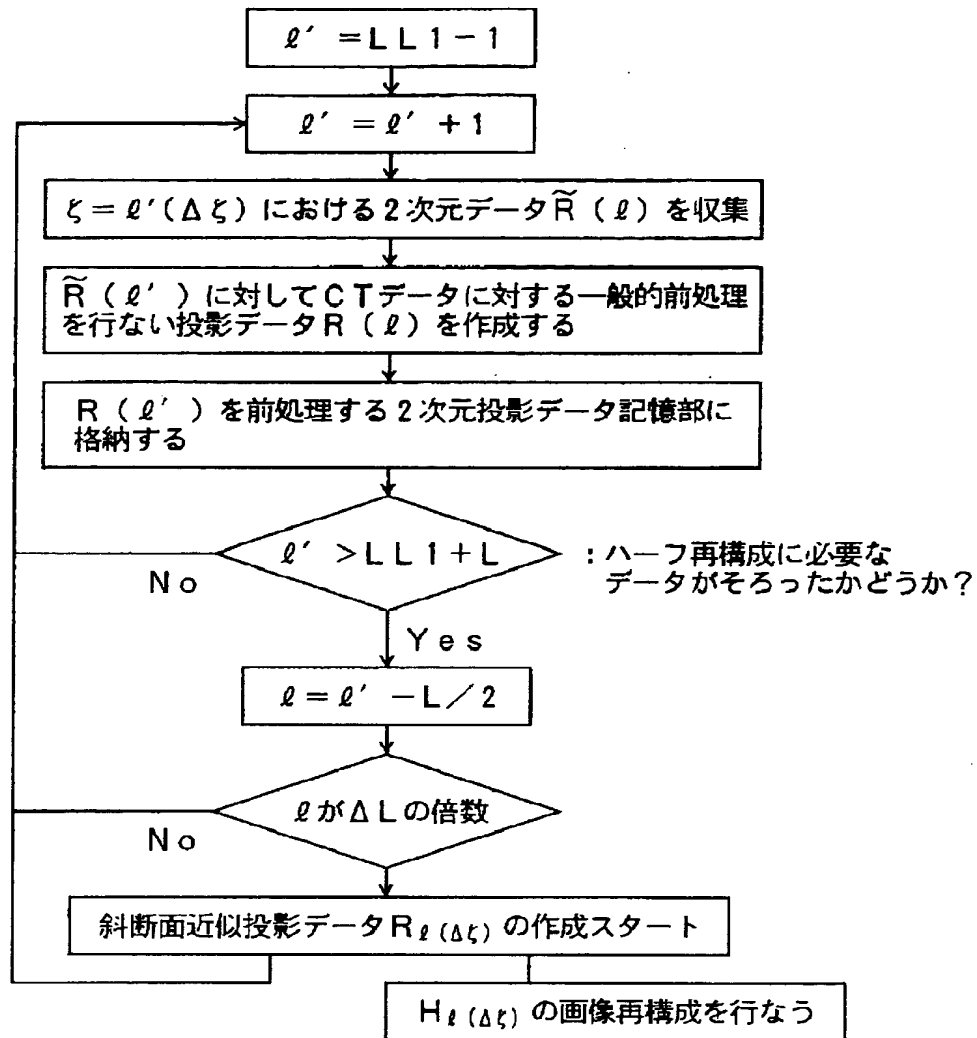
【図 8】



【図 9】



【図10】



(収集と同時再構成の場合は、 $\ell = \Delta L$ おきの時間内に、再構成まで終了) する必要がある。